Elettronica e telecomunicazioni

Anno LVIII
Numero 3
Dicembre 2009

Editoriale

Il Centro Ricerche Rai ottanta anni di innovazione tecnologica

La mostra in occasione del Prix Italia

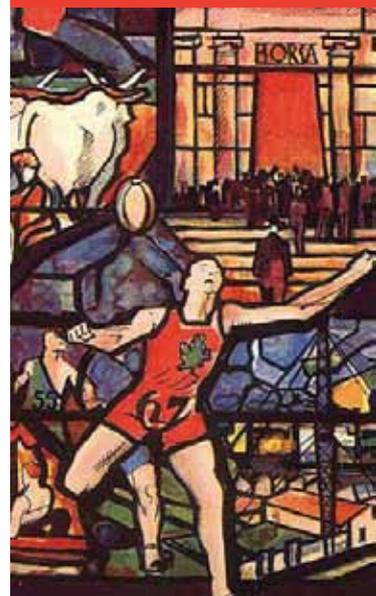
Formato d'immagine 16:9 Problemi di conversione

Elettronica e telecomunicazioni

La rivista è disponibile su web
alla URL www.crit.rai.it/eletel.htm

Anno LVII
N° 3
Dicembre 2009

Rivista quadrimestrale a cura della Rai

Indice

Editoriale

ing. Gianfranco **Barbieri**
Direttore di
"Elettronica e Telecomunicazioni"

Correva l'anno 1929 quando il primo nucleo di tecnici EIAR (Ente Italiano Audizioni Radiofoniche), operanti a Torino nel piccolo laboratorio che sarebbe in seguito diventato il Centro Ricerche Rai, allestirono un impianto per la sperimentazione di quella che allora veniva chiamata teletrasmissione.

Le problematiche tecnologiche esistenti negli anni pionieristici della radiofonia e della televisione erano altrettanto sfidanti di quelle odierne; l'industria di settore era alle prime armi, la stabilità e l'affidabilità degli apparati precaria, le tecniche di misura e di manutenzione in fase di sviluppo.

Le conoscenze dei fenomeni radioelettrici che stavano alla base del sistema radiotelevisivo erano orientate alla soluzione di problematiche molto diverse da quelle che caratterizzavano il mondo delle comunicazioni telefoniche e richiedevano pertanto il supporto di personale tecnico altamente specializzato nel campo specifico della radiodiffusione.

Per affrontare una innovazione tecnologica che si faceva sempre più incalzante.nel corso degli anni, le maggiori Compagnie Radiotelevisive europee, fra cui la Rai, sentirono l'esigenza di dotarsi di proprie strutture preposte alle attività di ricerca e sperimentazione tecnica.

Torino ha sempre rappresentato l'epicentro di un ambiente favorevole all'avvio della sperimentazione sulle nuove tecnologie; la storia del Centro Ricerche Rai si sviluppa attraverso una serie di tappe nelle quali la sua missione si evolve in relazione al progressivo mutamento delle esigenze aziendali.

Dal "Laboratorio" degli anni '30 fino all'attuale "Centro Ricerche ed Innovazione tecnologica", la struttura che ha visto succedersi alla sua Direzione gli Ingegneri Bertolotti, Vaudetti, Salvadorini, Angeli, Barbieri e, attualmente, Morello, ha vissuto le più importanti tappe che hanno contrassegnato l'evoluzione tecnologica del sistema radiotelevisivo.

I suoi ricercatori hanno contribuito allo sviluppo di importanti sistemi e servizi, dalla TV digitale alla TV ad Alta Definizione, dalla diffusione satellitare alla TV interattiva, passando nel corso degli anni attraverso la TV a colori, le fibre ottiche, la progettazione di apparati ed impianti speciali per la produzione e trasmissione radiofonica e televisiva. I suoi ingegneri hanno vinto importanti premi e riconoscimenti in occasione di grandi eventi internazionali.

Il Centro Ricerche Rai
Ottanta anni di innovazione tecnologica

Gianfranco **Barbieri**
Alberto **Morello**

Sommario
L'attività di innovazione tecnologica svolta dalla Rai ha radici lontane. I primi esperimenti italiani di trasmissione televisiva hanno luogo nel 1929, dapprima a Milano e, in seguito, a Torino ove un gruppo di tecnici dell'EIAR mette a punto il primo impianto di ripresa, trasmissione e ricezione riproducendo gli esperimenti di trasmissione dell'immagine compiuti in quegli anni dall'inglese John Logie Baird.
I locali ove si effettuano gli esperimenti sono quelli dello storico "Laboratorio" di Via Arsenale 21 ed i tecnici costituiscono il primo nucleo di quello che diverrà in seguito il "Laboratorio Ricerche RAI" ed infine il "Centro Ricerche ed Innovazione Tecnologica Rai". Da allora l'evoluzione dei Sistemi di Radiodiffusione è stata costante, lenta e graduale nelle prime fasi, sempre più vertiginosa negli ultimi anni quando la convergenza delle tecnologie ha abbattuto i confini storici tra Radiodiffusione e Telecomunicazioni. Il Centro Ricerche Rai non è mancato a nessuno degli appuntamenti con tale evoluzione: ha partecipato attivamente con proposte e verifiche sperimentali a tutte le grandi tappe che hanno contrassegnato il percorso verso la moderna Radiodiffusione: dalla TV a colori alla TV e radio digitale, passando attraverso la diffusione via satellite, le fibre ottiche, la telematica. I suoi ingegneri hanno conseguito importanti riconoscimenti internazionali.
Sintetizzare ottant'anni di attività del Centro non è impresa semplice. Il presente articolo tenta di tratteggiare quelle che sono state le tappe più significative della sua storia evidenziandone le finalità e le scelte di strategia industriale.

1. Gli inizi

Fin dalle loro origini le società di radiodiffusione hanno avuto due anime, quella della ideazione e realizzazione dei programmi e quella della gestione dei mezzi tecnici (per la produzione dei programmi e per la loro messa in onda).

Le problematiche tecnologiche esistenti negli anni pionieristici della radiofonia e della televisione erano altrettanto sfidanti di quelle odierne; l'industria di settore era alle prime armi, la stabilità e l'affidabilità degli apparati precaria, le tecniche di misura e di manutenzione in fase di sviluppo. Le conoscenze dei fenomeni radioelettrici che stavano alla base del sistema radiotelevisivo erano molto diverse da quelle del mondo delle comunicazioni telefoniche e richiedevano il supporto di personale tecnico altamente specializzato nel campo specifico della radiodiffusione.

Per affrontare una innovazione tecnologica che si faceva sempre più incalzante nel corso degli anni, le maggiori Aziende Radiotelevisive europee, fra cui la Rai, sentirono l'esigenza di dotarsi di proprie strutture preposte alle attività di ricerca e sperimentazione tecnica.

Ricostruire la storia del Centro Ricerche Rai prima degli anni '60 non è semplice, e bisogna spesso basarsi sui ricordi dei primi ricercatori. A partire dal 1930 l'E.I.A.R., derivata dall'U.R.I., attiva dal 1924, può già contare sulla presenza a Torino, in Via Arsenale 19, su un Laboratorio Ricerche forte di una cinquantina di persone scelte tra i migliori tecnici dell'azienda.

Per la verità, fin dal 1929 alcuni tecnici dell'E.I.A.R., avevano condotto, uno dei primi esperimenti italiani di televisione o come si sarebbe detto allora, di teletrasmissione; l'attività, iniziata in un primo tempo negli studi radiofonici di Milano, era proseguita, sul finire di quello stesso anno, a Torino con la realizzazione del il primo impianto italiano di ripresa, trasmissione e ricezione televisiva. In pratica venivano effettuati gli stessi esperimenti di trasmissione dell'immagine compiuti in quegli anni dall'inglese John Logie Baird.

Negli anni 50 il numero delle persone impiegate al Centro cresce fino a circa 80 unità. La sua denominazione è "Laboratorio e Officina" ed è articolato in un un'area di ricerca allora denominata "Laboratorio Esperienze" e in un'area più orientata a fungere da supporto ad altri settori aziendali denominata "Laboratorio Collaudi".

Il "Laboratorio Esperienze" opera su macro aree tematiche , fra cui Audio e Filodiffusione, Trasmettitori FM, Video, Mixer e Telecamere, Settore Antenne.

Il "Laboratorio Collaudi" è suddiviso in Officina, Laboratorio Fotografico, Collaudi.

Nel 1960 viene inaugurata una nuova sede nel più moderno edificio di Corso Giambone 68, con il nome di "Laboratori Ricerche", in grado di ospitare più di 150 ricercatori. Attraverso una complessa evoluzione la suddetta struttura diviene infine un Centro di Ricerca che ha accompagnato fino ai giorni nostri i cambiamenti tecnologici della televisione italiana.

1958 - Cinquanta anni fa venivano poste le fondamenta del nuovo “laboratorio ricerche”, attuale sede del Centro Ricerche e Innovazione Tecnologica.

Il nuovo laboratorio di ricerche inaugurato alla RAI di Torino

Si tratta del più grandioso e moderno complesso europeo

TORINO, *febbraio* — Insieme al complesso elettronico destinato al servizio amministrativo e del quale abbiamo già dato notizia, è stato inaugurato giovedì 2 febbraio a To-rino un nuovo « laboratorio ricer-che » della RAI-TV, il quale è l'unica istituzione del genere esi-stente in Italia, una delle migliori e più attrezzate d'Europa e del mondo.

Fra gli organismi radiotelevisivi delle varie nazioni, la RAI con i 1003 impianti trasmittenti ra-diofonici e le 424 trasmittenti TV, una un posto di altissimo livel-

per il tipo « di modulo » usato, so-no pressoché insensibili alla mag-gior parte dei disturbi di origine naturale o derivanti dalle umane attività (industrie, veicoli, ecc.), cosicchè le trasmissioni della Radio italiana risultano ovunque tecnica-mente perfette. Anche questa è sta-ta un'opera degli specialisti della RAI-TV.

Problemi

L'avvento della televisione ed il suo rapido propagarsi hanno crea-to nuovi e più spinosi problemi per il laboratorio ricerche. Si trattava

mole di lavoro. L'ultimo grido in fatto di trasmissioni radiofoniche, infine, la « stereofonia », cioè i suoni in rilievo nello spazio, hanno dato l'avvio a nuove branche di studi e di ricerche.

Di fronte a questa rivoluzione permanente, la Radiotelevisione italiana ha dovuto allargare il suo Centro di ricerche, già esistente nella ormai famosa via Arsenale. Ora i 150 tecnici che vi lavorano, possono sviluppare con la massima larghezza di mezzi tutta la loro opera. Il nuovo laboratorio è sorto in corso Giambone, alla periferia

6 feb. 1961- Il Popolo.

VERRA' INAUGURATO DOMANI INSIEME AL COMPLESSO ELETTRONICO

Alla RAI-TV il più moderno «laboratorio ricerche» d'Europa

Torino, 1

IL nuovo « Laboratorio ricerche » della RAI, che verrà inaugurato domani a Torino, insieme al complesso elettronico destinato al servizio amministrativo, di cui abbiamo già parlato nella nostra edizione di ieri, è l'unica istituzione del genere esistente in Italia, una delle migliori e più attrezzate d'Europa e del mondo.

2 feb. 1961- Il Giornale del Mattino.

1961 - i titoli dei giornali che riportano la notiza dell'inaugurazione della nuova sede del laboratorio ricerche.

2. La missione del Centro Ricerche Rai

Il Centro Ricerche della Rai è il principale complesso di laboratori, oggi operante in Italia nel campo della radiodiffusione, dotato delle professionalità specifiche e delle attrezzature necessarie per presidiare l'aggiornamento, lo sviluppo ed il mantenimento del know-how tecnologico: il tutto finalizzato a supportare gli organi decisionali dell'azienda nelle scelte di indirizzo tecnologico e nelle relative strategie, fornendo elementi di orientamento e verifica sulle migliori soluzioni tecniche in relazione alle prospettive di mercato (business, competizione, servizi). Le risorse del Centro sono impiegate, in funzione delle esigenze, a supporto delle Ingegnerie dei vari settori aziendali su progetti ad elevato contenuto tecnologico oppure sui progetti di ricerca, finanziati da enti nazionali e internazionali e dall'industria. La sua organizzazione per aree di specializzazione consente di coprire pressoché tutto lo spettro di problematiche tecniche connesse con i vari segmenti del sistema radiotelevisivo.

Il perseguimento degli obiettivi suddetti passa attraverso l'individuazione di una serie di compiti tra cui:

- la ricerca sulle nuove tecnologie e la progettazione, a livello di sistema, dei modelli tecnici innovativi applicati alla produzione, trasmissione e diffusione radiotelevisiva e multimediale;
- la presenza attiva nelle sedi internazionali ove sono definiti gli standard tecnici, in base ai quali vengono effettuate le grandi scelte di politica industriale;
- il collegamento preferenziale con Università, Enti di ricerca e industria professionale e "consumer" esercitando una funzione traente e pilota per i nuovi prodotti e servizi: tutto ciò, in particolare, attraverso la partecipazione a progetti internazionali finanziati.
- la collaborazione nella formazione tecnica della risorse umane aziendali.

I quattro indirizzi di attività suddetti sono strettamente correlati ed interdipendenti: la sperimentazione sulle nuove tecnologie e sui nuovi sistemi fornisce gli strumenti per una pianificazione strategica degli investimenti tecnici; dall'attività di ricerca e sperimentazione nei progetti finanziati derivano le conoscenze tecnologiche che consentono di partecipare ai lavori degli organismi internazionali. Per contro, il confronto con le realtà di altri paesi tecnologicamente avanzati favorisce l'acquisizione di ulteriore know-how, che viene trasferito in azienda attraverso corsi di formazione e seminari.

Acronimi e sigle

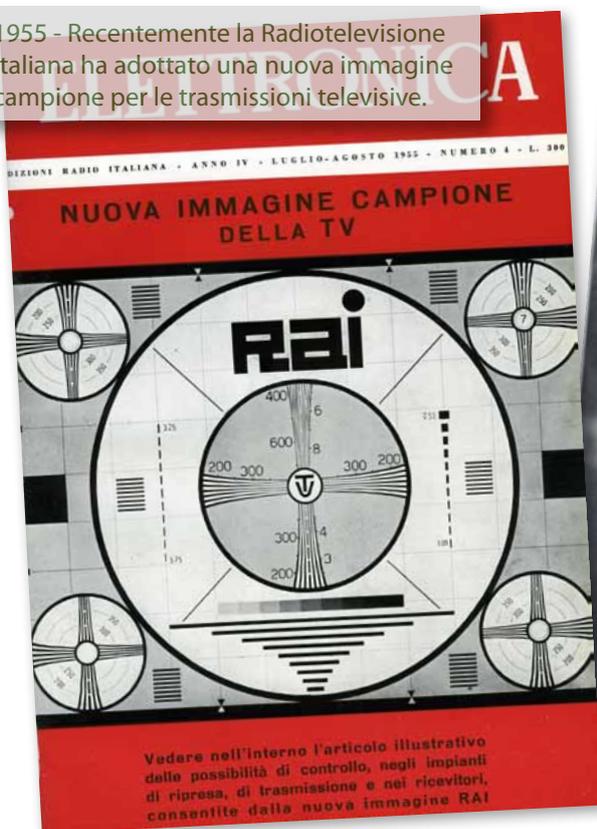
ADSL	Asymmetric digital subscriber line
AVC / H.264	Advanced Video Coding
BBC	British Broadcasting Corporation
CCIR / ITU-R	Comité consultatif international pour la radio
DAB	Digital Audio Broadcasting (www.worlddab.org)
DVB	Digital Video Broadcasting (www.dvb.org)
DVB-H	Digital Video Broadcast to Handheld
EIAR	Ente Italiano Audizioni Radiofoniche
HDTV	High-Definition Television
IBC	International Broadcasting Convention (www.ibc.org)
IRT	Institut für Rundfunktechnik GmbH (www.irt.de)
MAC	Multiplexed Analogue Components
MHP	Multimedia Home Platform (DVB-MHP)
MPEG	Moving Picture Experts Group (www.chiariglione.org/mpeg/)
MUSE	Multiple Sub-Nyquist Sampling Encoding
NGH	Next Generation Handheld
NHK	Nippon Hōsō Kyōkai
NTSC	National Television System(s) Committee
OFDM	Orthogonal Frequency Division Multiplexing
PAL	Phase Alternating Line
RDS	Radio Data System
RTVE	Corporación de Radio y Televisión Española, S.A.
SECAM	Séquentiel couleur à mémoire
SHV	Super High Vision
SMPTE	Society of Motion Picture and Television Engineers (www.smpte.org)
UER / EBU	Union Européenne de Radio-Télévision European Broadcasting Union (www.ebu.ch)
URI	Unione Radio Italiana
UHF, VHF	Ultra High Frequency, Very High Frequency
WARC	World Administrative Radio Conference

3. La storia della radiodiffusione attraverso il contributo del Centro Ricerche della Rai

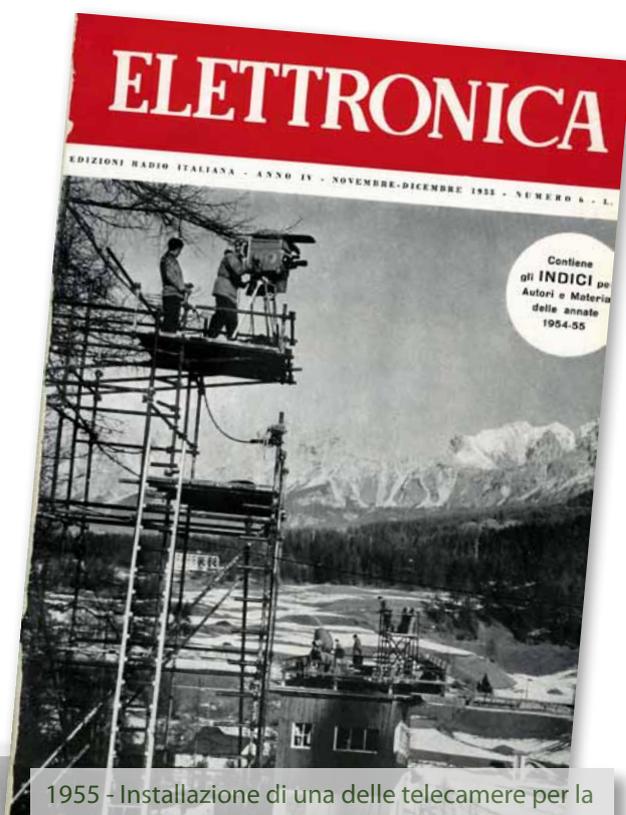
Nell'adempimento dei suoi compiti istituzionali il Centro Ricerche si è trovato ad essere protagonista di quasi tutte le varie tappe attraverso le quali è passata l'evoluzione del sistema radiotelevisivo.

L'attività di sviluppo di apparati costituisce nei primi anni del sistema radiotelevisivo una componente rilevante delle iniziative del Centro, in un contesto storico in cui l'espansione degli impianti tecnici e le contestuali carenze dell'industria impongono il ricorso a risorse interne per fronteggiare le esigenze aziendali. Negli anni '30 sotto la spinta della politica autarchica del regime, il Laboratorio sviluppa e costruisce i trasmettitori radiofonici in Onda Media, mentre durante la seconda guerra mondiale produce trasmettitori di alta potenza aventi la funzione di disturbare la ricezione delle trasmissioni di Radio Londra; questi trasmettitori vengono installati in 5-6 località italiane.

I primi anni del dopoguerra sono caratterizzati dalla ricostruzione della rete radiofonica in modulazione di frequenza, tuttavia già nel 1949 vengono messi sperimentalmente in funzione una apparecchiatura di ripresa televisiva ed un impianto trasmittente acquistati dalla General Electric; lo standard di scansione e trasmissione è ovviamente ancora quello statunitense a 525 righe, 30 immagini/secondo. Il segnale video ha una larghezza di banda di 4,5 MHz e viene irradiato nel Canale C da Torino Eremo, appartenente alla Banda II VHF che sarà in seguito assegnata alla radiofonia in Modulazione di Frequenza. In una serie di Conferenze Internazionali di Pianificazione che si concludono nel 1951 i paesi europei scelgono lo standard unificato a 625 righe e 25 immagini/secondo e la larghezza di banda del segnale viene portata a 5,5 Mhz; le installazioni della Rai vengono pertanto modificate per adattarle al nuovo standard e continuare la sperimentazione in vista dell'avvio di trasmissioni regolari, lanciate all'inizio del 1954. Nella Conferenza di Stoccolma del 1961 vengono pianificate le bande televisive europee VHF e UHF.

1955 - Recentemente la Radiotelevisione Italiana ha adottato una nuova immagine campione per le trasmissioni televisive.

1960 - Vista frontale di un'antenna UHF, realizzata con elementi radianti a fessura, studiata e realizzata dai Laboratori Ricerche della Rai in occasione della prossima entrata in funzione dei primi impianti destinati ad irradiare il secondo programma televisivo.

Gli apparati destinati all'esercizio, negli anni '60 vengono in gran parte progettati e sviluppati a livello prototipale all'interno del Centro e successivamente affidati all'industria manifatturiera nazionale per la realizzazione in serie.

Per molti anni il Centro hai sviluppato telecamere, monitori, apparati vari della catena di produzione e trasmissione. Nella seconda metà degli anni '50 il Centro è promotore del passaggio dall'elettronica basata sulle valvole a quella basata sui transistori. Un ricercatore in pensione ricorda una concitata telefonata da Cortina, durante le Olimpiadi Invernali, per i problemi di sensibilità alle basse temperature dei transistori al Germanio (problemi risolti con l'utilizzo di una coperta di lana per "riscaldare" l'apparato incriminato).

1955 - Installazione di una delle telecamere per la ripresa delle gare di salto dal nuovo trampolino "Italia" sorto a Zeul presso Cortina d'Ampezzo in occasione delle Olimpiadi della neve.

Telecamere e controllo camera progettati dal Centro Ricerche.

Negli stessi anni il Centro sviluppa uno dei primi ponti radio televisivi mobili in modulazione di frequenza, che diventerà uno dei cavalli di battaglia della sua produzione.

Nel 1956 il Centro "inventa" la Filodiffusione, che viene sviluppata fino al 1960 e quindi affidata all'industria nazionale per la produzione degli apparati.

Ponti radio: collaudo presso il Centro Ricerche.

1967 - Decodificatore per televisione a colori sistema PAL, realizzato dal Laboratorio Ricerche della Rai. E' ben visibile la linea di ritardo che è del tipo a ritardo esatto pretarato. In secondo piano appare un vettorscopio, strumento fondamentale nella televisione a colori.

1974 - Ponte radio doppio di tipo portatile, per riprese esterne TV anche a colori.

Il decennio successivo vede il Centro impegnato nell'attività internazionale volta alla definizione dello standard per la TV a colori. L'Europa presenta due sistemi (PAL e SECAM) in concorrenza tra loro, mirati ad introdurre sostanziali miglioramenti al NTSC già in vigore da anni negli Stati Uniti.

Gli esperimenti condotti presso il Centro Ricerche evidenziano una serie di vantaggi tecnici del PAL che, unitamente ad altre considerazioni di politica industriale, fanno optare per questo sistema da parte dell'Amministrazione Italiana. Nella riunione del CCIR di Oslo del 1966 l'Italia si pronuncia formalmente favorevole ad adottare il PAL.

Inizia per il Centro un impegnativo periodo di attività volte a supportare l'azienda nell'ingente sforzo di trasformazione tecnologica di tutti gli impianti per l'introduzione del servizio di TV a colori.

Con l'introduzione del colore l'esercizio degli impianti di produzione e di trasmissione si fa alquanto più critico e nasce l'esigenza di sofisticate procedure di manutenzione. I principali radiodiffusori lavorano da qualche tempo alla elaborazione di sistemi di misura per la rilevazione automatica delle distorsioni dei segnali nei vari punti critici di un impianto.

Con il contributo del Centro viene messo a punto e concordato a livello internazionale un insieme di forme d'onda che, inserite in determinati segmenti del segnale televisivo, permettono la rilevazione automatica dello stato di funzionamento dell'impianto e rendono agevole l'attuazione di procedimenti di manutenzione preventiva. Il sistema di misurazione suddetto è in funzione ancora oggi negli impianti analogici.

1971 - I segnali impulsivi barra bianca e 20T utilizzati per le misure televisive.

Con il progredire delle tecnologie degli apparati professionali nascono nuove possibilità operative e ideati modelli produttivi sempre più sofisticati.

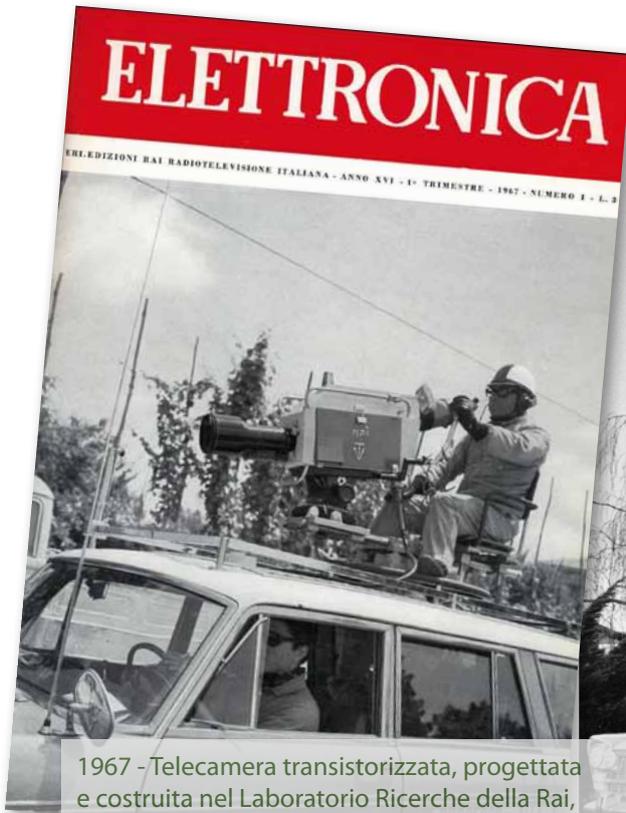
Le riprese televisive al seguito di gare ciclistiche esigono, ad esempio, la realizzazione di un vero e

1975 - Immagine del monoscopio elettronico a colori Philips con scritta illustrativa.

proprio studio mobile installato su motocicletta; i requisiti da soddisfare sono: leggerezza e maneggevolezza per un operatore di ripresa, impermeabilità agli agenti atmosferici, senza compromettere le funzioni di smaltimento delle elevate temperature che si creano durante i mesi estivi all'interno dell'impianto. Inoltre il segnale generato deve essere inviato ad un elicottero che funge da ripetitore verso un punto fisso di raccolta e inserimento nella rete dei collegamenti.

L'architettura di un sistema di riprese esterne, e, più in generale, di un complesso di impianti operanti in località geograficamente lontane, pone inoltre il serio problema della sincronizzazione delle sorgenti remote; presso il Centro è stato realizzato agli inizi degli anni '70 uno dei primi prototipi di "memoria di quadro" digitale , apparato in seguito sviluppato dall'industria ed ampiamente utilizzato in vari punti della catena di produzione.

ELETTRONICA

ERI-EDIZIONI RAI RADIOTELEVISIONE ITALIANA - ANNO XVI - 1° TRIMESTRE - 1967 - NUMERO 1 - L. 2

1967 - Telecamera transistorizzata, progettata e costruita nel Laboratorio Ricerche della Rai, montata sul tetto di un’automobile. Le sue caratteristiche di limitato peso ed ingombro e di alimentazione mediante batteria di 24 volt con basso assorbimento (80 watt) consentono un suo largo impiego specialmente per le riprese esterne in movimento.

Gli anni '70 sono caratterizzati dallo studio della TV satellitare con ricezione individuale da parte dell'utente, le cui tecnologie erano state collaudate nel decennio precedente, in condizioni alquanto pionieristiche, per i collegamenti televisivi professionali.

L'era delle comunicazioni TV via satellite ha infatti inizio il 18 novembre 1958 con il lancio del Discovery in orbita fortemente ellittica; questo satellite allorché si trovava in vista di una stazione trasmittente a terra, registrava, su nastro magnetico, le comunicazioni per poi ritrasmetterle alle stazioni riceventi al momento di sorvolare la loro zona di visibilità.

Dopo circa due anni, nell'agosto 1960, si ottengono le prime immagini televisive transoceaniche in diretta tramite il satellite passivo Echo I; si tratta di un semplice riflettore di forma sferica, con diametro di circa 30 metri, gonfiato in orbita e costituito da una pellicola di mylar spessa 0,13 mm, rivestita di alluminio depositato per evaporazione. I segnali elettromagnetici, emessi dall'antenna trasmittente da terra, colpivano il satellite e ne venivano riflesse verso l'antenna ricevente, all'altro capo dell'oceano, permettendo così di superare la curvatura del globo terrestre. Echo I ha ovviamente vita breve: a causa della perdita di gas e dell' impatto con micrometeoriti, perde rapidamente la sua forma.

Il primo satellite a portare a bordo un ripetitore attivo è, invece, il Telstar I, lanciato il 10 luglio 1962, in un'orbita ellittica di media quota che permette lo scambio di programmi in diretta tra il nord America e l'Europa, anche se soltanto per la durata di 20 minuti per ogni orbita e in determinati orari della giornata. A causa della bassa quota del satellite, si rende necessario modificare il funzionamento delle antenne riceventi in modo da seguire il satellite nelle successive posizioni lungo la sua orbita da ovest ad est.

Con l'aumento della potenza dei vettori, si costruiscono e si lanciano i primi satelliti geostazionari, Sincom I, II e III che permettono ai telespettatori di tutto il mondo di seguire in diretta i giochi delle Olimpiadi di Tokio del 1964; le antenne paraboliche misurano 28 metri di diametro e l'illuminatore è annegato in elio liquido ad una temperatura prossima allo zero assoluto. In tali condizioni la ricezione avviene nei centri nazionali di ricezione via satellite, e i segnali TV vengono inviati all'utente tramite la rete terrestre convenzionale.

Con la Conferenza di Pianificazione del 1977 (WARC '77) si stabiliscono definitivamente i parametri di sistema della diffusione diretta all'utente: antenne paraboliche con diametro inferiore al metro, banda di frequenza del segnale in ricezione a cavallo degli 11GHz. Il Centro contribuisce alla Conferenza fornendo i risultati delle sperimentazioni effettuate ed inizia un lungo periodo di collaborazione con l'industria nazionale per lo sviluppo degli impianti riceventi domestici.

La televisione satellitare costituisce un primo passo in direzione dell'apertura del sistema radiotelevisivo ad una classe di servizi di natura non convenzionale.

1977 - La futura radiotelevisione da satellite viene pianificata sulla base di coperture nazionali.

Un secondo evento è costituito dalla introduzione del Televideo; esso consiste, di fatto, nella inserzione sul segnale video analogico di un flusso di dati in formato digitale, recanti una quantità di informazioni testuali generalmente indipendenti dal programma principale: non siamo ancora alla TV interattiva, ma un primo passo in questa direzione è compiuto, anticipando l'esperienza della "navigazione" in Internet.

Anche in questo caso, come nella scelta del PAL, la sperimentazione condotta dal Centro contribuisce alla scelta dello standard "migliore" da parte dell'Amministrazione Italiana, come l'esperienza successiva ha ampiamente dimostrato. Meritano una citazione particolare altri servizi basati sul principio della trasmissione dati digitali su supporto analogico, ideati e sperimentati in quegli anni presso il Centro, che vedono la loro attuazione qualche anno dopo: il servizio RDS ed i servizi Televideo indirizzati ai non vedenti.

Nel campo della radiofonia, lo stesso periodo è testimone della ideazione e sviluppo dell'Isoradio, che ancora oggi è operativo su alcune autostrade italiane, e della stereofonia associata alla TV.

Gli anni '80 vedono affacciarsi sulla scena la codifica digitale del segnale televisivo.

Siamo ancora lontani dalla trasmissione di programmi digitali all'utente, tuttavia sta diventando urgente la conversione degli impianti professionali. Per gli impianti di generazione dei programmi, operare in digitale è un fattore di ottimizzazione dei costi di produzione (che si stanno facendo via via più pesanti) oltre che una questione di miglioramento qualitativo dei segnali.

L'esperienza acquisita negli anni precedenti sulla codifica digitale dei segnali audio consente fin dal 1970 agli ingegneri del Centro di operare negli organismi internazionali in cui si studiano le problematiche di codifica del segnale video.

1978 - pagina "Teletext" contenente le previsioni del tempo per la Gran Bretagna.

1985 - Radioricevitore provvisto di visore comandato dal sistema RADIODATA.

Agli inizi degli anni '80 l'UER, in cui è membro attivo la Rai, in collaborazione con la statunitense SMPTE propone lo standard mondiale conosciuto come Raccomandazione 601 (codifica numerica per gli studi televisivi). Si tratta di una codifica ad altissima velocità (centinaia di milioni di bit al secondo), che permette il trasferimento dei segnali tra apparati all'interno degli studi televisivi, ma non la loro trasmissione a distanza sulle reti geografiche di quell'epoca. Per convogliare i segnali video digitali sulle reti di trasmissione (ponti radio e satellite) la codifica digitale dovrà essere combinata con un concetto nuovo, la compressione, che muoverà i primi passi nel corso degli anni 80.

Negli stessi anni '80 si fa strada il concetto di TV a qualità migliorata. Il salto qualitativo introdotto dallo standard digitale per la produzione fa sorgere l'ambizione di sfruttare questa maggiore qualità per inviare anche all'utente un prodotto tecnicamente innovativo.

L'ambizione dei radiodiffusori si sposa con le istanze dell'industria consumer che vede avvicinarsi la data di scadenza dei brevetti su PAL e SECAM, e pertanto si apre un periodo di grande fermento nei laboratori europei alla ricerca di soluzioni tecnicamente praticabili.

La soluzione ideale, un ibrido di tecniche analogiche e digitali, sembra essere individuata quando l'UER propone il formato MAC; il concetto che sta alla base del suddetto formato è tratto da una applicazione realizzata presso il Centro Ricerche Rai, finalizzata alla trasmissione contemporanea di due segnali video su uno stesso ponte radio per far fronte ai momenti di sovraffollamento della rete dei collegamenti. Il sistema MAC, mai entrato in servizio in Italia, introduce un insieme di concetti estremamente innovativi e che avranno successo nella TV digitale: invia all'utente un "multiplex" flessibile di servizi video, audio e dati, il tutto sotto in controllo di un canale di "informazione sui servizi" che aiuta l'utente nella selezione.

L'industria giapponese contrattacca scatenando l'offensiva sul fronte della TV ad Alta Definizione.

Sulla TV ad Alta Definizione e sulle molteplici attività svolte dal Centro nella seconda metà degli anni '80 occorrerebbe scrivere un intero volume.

A partire dalle sperimentazioni del sistema giapponese MUSE che hanno consentito di acquisire tutte le conoscenze necessarie per impadronirsi della tecnologia alla partecipazione al progetto europeo Eureka 95 per approdare nel progetto finanziato Eureka 256 il Centro si trova sempre maggiormente coinvolto nei grandi eventi che hanno segnato una svolta nella concezione della nuova televisione per il terzo millennio.

Il progetto Eureka 256, nato dalla collaborazione tra il Centro Ricerche Rai e la spagnola RTVE, ha come partner industriale la Telettra che forte delle sue conoscenze in materia di codifica digitale, afferma la fattibilità di un sistema di trasmissione della HDTV totalmente digitale, e pertanto innovativo rispetto ai sistemi, europeo e giapponese, in ballottaggio.

1986 - Dimostrazioni al Centro Ricerche Rai di Televisione ad Alta Definizione (HDTV). Studio di ripresa..

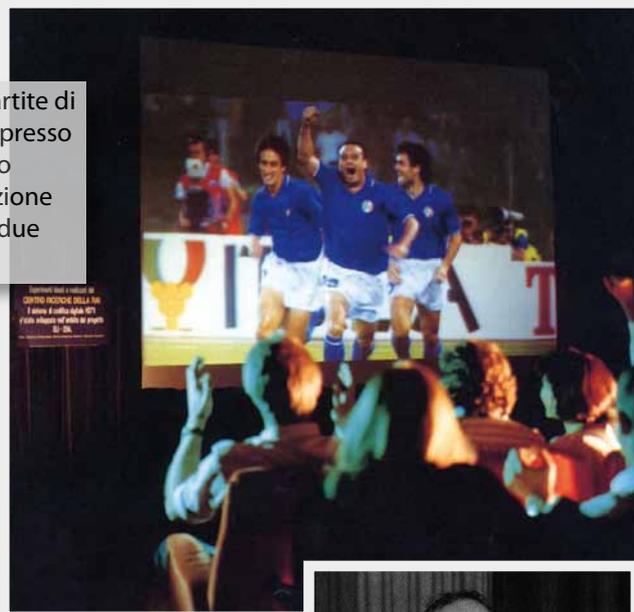
Presso il Centro Ricerche, Diretto da Rolando Salvadorini fino al 1989, viene creato un nuovo laboratorio dedicato alla codifica video, sotto la guida di Gianfranco Barbieri dove Marzio Barbero, Mario Stroppiana, Roberto Del Pero, Mario Muratori, Massimo Occhiena e Laurent Boch provvedono a ottimizzare gli algoritmi di codifica tramite simulazioni.

In parallelo vengono studiate le tecnologie disponibili per la trasmissione digitale via satellite nel Laboratorio guidato da Mario Cominetti, dove Alberto Morello e in seguito Michele Visintin ottimizzano le tecniche di modulazione e di codifica per la correzione degli errori, e si progetta la grande stazione mobile di up-link verso il satellite Olympus.

Sfidando lo scetticismo espresso dai principali attori dello scenario tecnologico mondiale, il progetto italo-spagnolo prende quota e si conclude con un grande successo quando, durante i Campionati Mondiali di calcio del 1990, per un mese intiero si compiono esperimenti di trasmissione dai vari campi di calcio e di ricezione in varie città italiane e spagnole.

Il Direttore del Centro Ricerche era in quell'anno Franco Angeli.

I risultati dell'iniziativa fanno prendere coscienza all'industria che è giunto il momento di voltare pagina e di passare alla TV digitale.

1990 - Ricezione via satellite delle partite di Italia '90, codificate in HDTV digitale presso il Centro Ricerche a Torino e a Palazzo Labia a Venezia; le postazioni di ricezione erano situate in sette città italiane e due spagnole.

1991 - The Montreux Achievement Gold Medal.
A Marzio Barbero per il contributo alla trasmissione numerica della TV, includendo l'HDTV, basata su tecniche DCT.

Per tutti gli anni '90 il Direttore del Centro è Gianfranco Barbieri.

Con l'avvento della codifica digitale le tecniche di produzione dei programmi si evolvono perseguendo ambiziosi obiettivi di ottimizzazione dei costi. Maurizio Ardito responsabile del laboratorio Sistemi di Produzione viene nominato Presidente dell'EBU Production Technology Management Committee (PMC).

1996 - Numero speciale sul DAB.

Agli inizi degli anni '90 nasce il DAB, sistema di radiofonia digitale basato su una modulazione altamente innovativa, il OFDM, in grado di resistere alle distorsioni dei canali diffusivi quali le riflessioni e le interferenze; dalla collaborazione tra il Centro Ricerche e le strutture aziendali che gestiscono la rete diffusiva nasce la prima rete sperimentale DAB in Valle d'Aosta. La sperimentazione è guidata da Margherita Ariaudo.

La storia che segue si intreccia con le vicende internazionali che hanno scandito la rivoluzione tecnologica della televisione digitale.

Le tecniche televisive numeriche si sono evolute a partire dalla standardizzazione del sistema MPEG-2, basato su algoritmi sostanzialmente simili a quelli utilizzati dal progetto Eureka 256 a Italia'90.

La nascita del consorzio DVB operante dapprima sul fronte europeo ed, in seguito, su base mondiale offre ad industria, gestori di servizi, università e centri di ricerca un efficiente forum su cui concentrare gli sforzi per lo sviluppo di un sistema completo ed articolato di standard tecnici che coprano l'intero spettro della radiodiffusione: terrestre, satellite, cavo, multimedia ed interattività.

IBC 1994 - John Tucker Award.
A Mario Cominetti (a sinistra) per l'importante contributo alla definizione degli standard per la trasmissione digitale di radio e televisione sui canali terrestri e satellitari. Il premio è consegnato da Stanley Baron.

Il Centro Ricerche è presente nel consorzio fin dalla sua costituzione e figura tra i primi firmatari del Memorandum of Understanding.

Mario Cominetti e Aberto Morello guidano in DVB lo sviluppo degli standard di prima e seconda generazione per la TV digitale via satellite.

Assieme a Raiway, il Centro ha svolto nel corso degli anni una estensiva sperimentazione in area di servizio per l'avvio dei servizi di TV digitale terrestre: dall'accensione del primo trasmettitore DTT da Torino Eremo nel 1998, alla pianificazione delle reti di diffusione, alla distribuzione negli impianti centralizzati, alla realizzazione dei programmi interattivi in tecnologia MHP (2002).

L'avvento della TV digitale fa compiere al sistema di radiodiffusione un deciso passo verso la convergenza con gli altri comparti del villaggio globale delle telecomunicazioni. Le opportunità di sviluppare l'offerta di una quantità di nuovi servizi multimediali ed interattivi impone alle aziende di radiodiffusione tutta una serie di scelte strategiche mirate all'innovazione del prodotto ed all'ottimizzazione delle risorse.

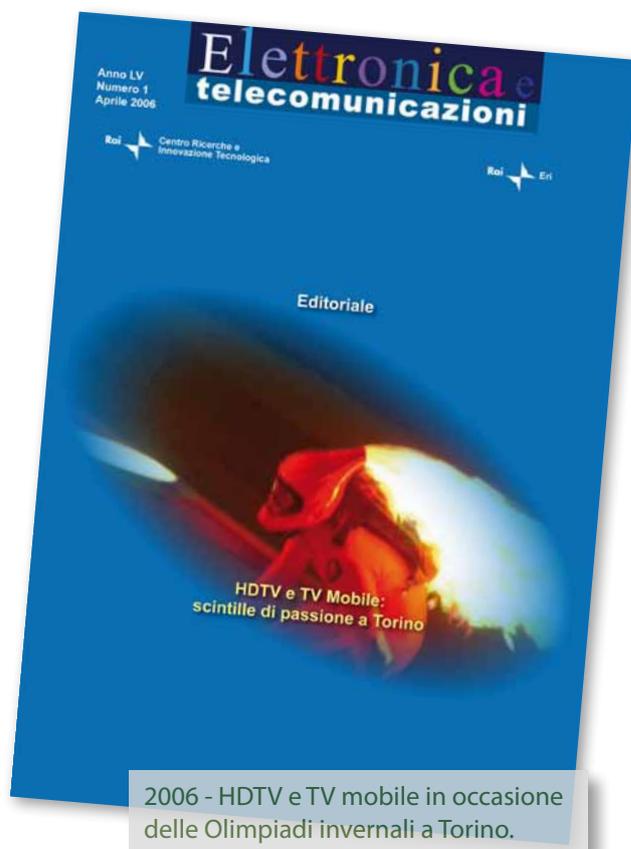
Per i broadcasters "storici", dotati di archivi ricchi di materiale audiovisivo (programmi sonori, televisivi, fotografie, films, testi) prodotto nel corso di mezzo secolo di attività, sorge l'esigenza di sviluppare nuovi sistemi di archivio che sfruttino le enormi potenzialità dell'informatica.

Oltre a garantire il restauro conservativo dei vecchi prodotti, i nuovi archivi devono agevolare un immediato reperimento del materiale archiviato tramite sofisticate ricerche su database informatici; inoltre testi, immagini e suoni devono essere pubblicabili con facilità sui nuovi media (telefoni cellulari, Internet, ADSL, WiFi) e costituire la base per gli approfondimenti multimediali della TV interattiva.

Il Centro Ricerche, nell'ultimo decennio, è stato profondamente impegnato, in collaborazione con le Teche e il settore ICT Rai, nella progettazione e sviluppo del sistema di teche informatizzate che la Rai sta installando nei punti chiave della produzione. Le strategie di "search and retrieval" del materiale sono tuttora in via di evoluzione nella ricerca di algoritmi sempre più sofisticati ed efficienti.

Gli anni 2000

Dall'inizio del 2000 diventa Direttore del Centro l'Ing. Alberto Morello. Gli anni 2000 si aprono con lo sviluppo del sistema DVB per la TV mobile, il DVB-H, messo in trasmissione da Torino Eremo e nel 2004.

Per le trasmissioni "gerarchiche" di HDTV e di DVB-H in occasione delle Olimpiadi Invernali di Torino il Centro Ricerche riceve la nomination al premio sull'innovazione tecnologica all'IBC di Amsterdam 2006.

2006 - HDTV e TV mobile in occasione delle Olimpiadi invernali a Torino.

IBC 2006 - Innovation Judges' Award.
Da sinistra: Gino Alberico, Mario Stroppiana e Alberto Morello ricevono l'attestato da Michael Bunce.

Gli anni successivi sono caratterizzati dallo sviluppo dei sistemi DVB di seconda generazione e dall'affermazione dei sistema di codifica MPEG-4 AVC (H264) per l'alta definizione.

Apre l'elenco dei nuovi standard quello via satellite, DVB-S2, sotto la guida di Alberto Morello, che definisce l'architettura e il sistema di codifica per tutti gli altri sistemi della "famiglia": il DVB-T2, il C2, e per ultimo il sistema NGH che succederà al DVB-H.

Nel 2007 viene firmato un accordo di collaborazione fra i laboratori di BBC, IRT e Rai e quelli dell'NHK, per lo studio di sistemi televisivi oltre l'alta definizione: la SHV (16 volte più definita dell'HDTV), i frame-rate elevati per una migliore resa del movimento, e la televisione tri-dimensionale.

Il gruppo riceve il Technology Innovation Award all'IBC'2008 per le trasmissioni in diretta da Torino della SHV via satellite a 140 Mb/s e quelle in Fibra Ottica da Londra a 640 Mbit/s.

Sempre a fine 2008 iniziano le prime trasmissioni DVB-T2 da Torino Eremo, con 4 programmi HDTV in multiplex statistico a circa 36 Mbit/s su una sola frequenza terrestre.

2008 - DVB-T2: a Torino il primo esperimento di diffusione in Italia.

Tokyo 2007 - Broadcast Technology Futures (BTF). Firma dell'accordo per la collaborazione fra i centri di ricarca. Da sinistra: Klaus Illgner (IRT), Alberto Morello (Rai), Huw Williams (BBC), Tanioka (NHK), Phil Laven (EBU).

IBC 2008 - Special Award.
Assegnato per la prima diffusione satellitare del segnale SHV (16 volte la definizione della HDTV) sviluppato dal gruppo BTF.

Ora la ricerca guarda sempre maggiormente alla convergenza fra broadcast e broadband, con la possibilità di complementare l'offerta delle reti digitali terrestri e satellitari con contenuti "on demand" provenienti attraverso l'Internet aperta. Inoltre il Web 2.0, le tecniche di analisi "semantica" dei contenuti aprono nuovi orizzonti alla ricerca, sia per la documentazione degli archivi radiotelevisivi, sia per la creazione di "guide elettroniche ai programmi" simili a motori di ricerca intelligenti, che aiutino sempre meglio l'utente nella scelta di contenuti nel mare dell'offerta "on demand".

L'evoluzione tecnologica diviene ogni giorno più sfidante ed impegnativa e le risorse necessarie per farvi fronte crescono con il crescere della complessità dei processi e del livello di specializzazione richiesto. Periodicamente i radiodiffusori europei riflettono sul destino dei proprii centri di ricerca, chiedendosi se sia possibile lasciare ai laboratori dell'industria l'onere dell'innovazione; la decisione è stata spesso per il mantenimento delle strutture (BBC, IRT, Rai), o per la costituzione di unità tecnologiche all'avanguardia da parte degli operatori emergenti (ad esempio quelli della TV a pagamento). Infatti la capacità di competere di una grande azienda nel settore dell'informazione e dell'intrattenimento è fortemente legata alla sua prontezza nell'adattarsi ai nuovi scenari tecnologici e alla sua capacità di erogare servizi innovativi e a valore aggiunto. In questo scenario centri di ricerca snelli, ma ad alto potenziale innovativo, possono avere il ruolo fondamentale di influenzare i nuovi standard tecnici, di gestire le sperimentazioni, di indirizzare le scelte strategiche e di provvedere a un rapido trasferimento delle competenze alle strutture operative, a tutto vantaggio della prontezza ed efficacia nell'avvio dei nuovi servizi.

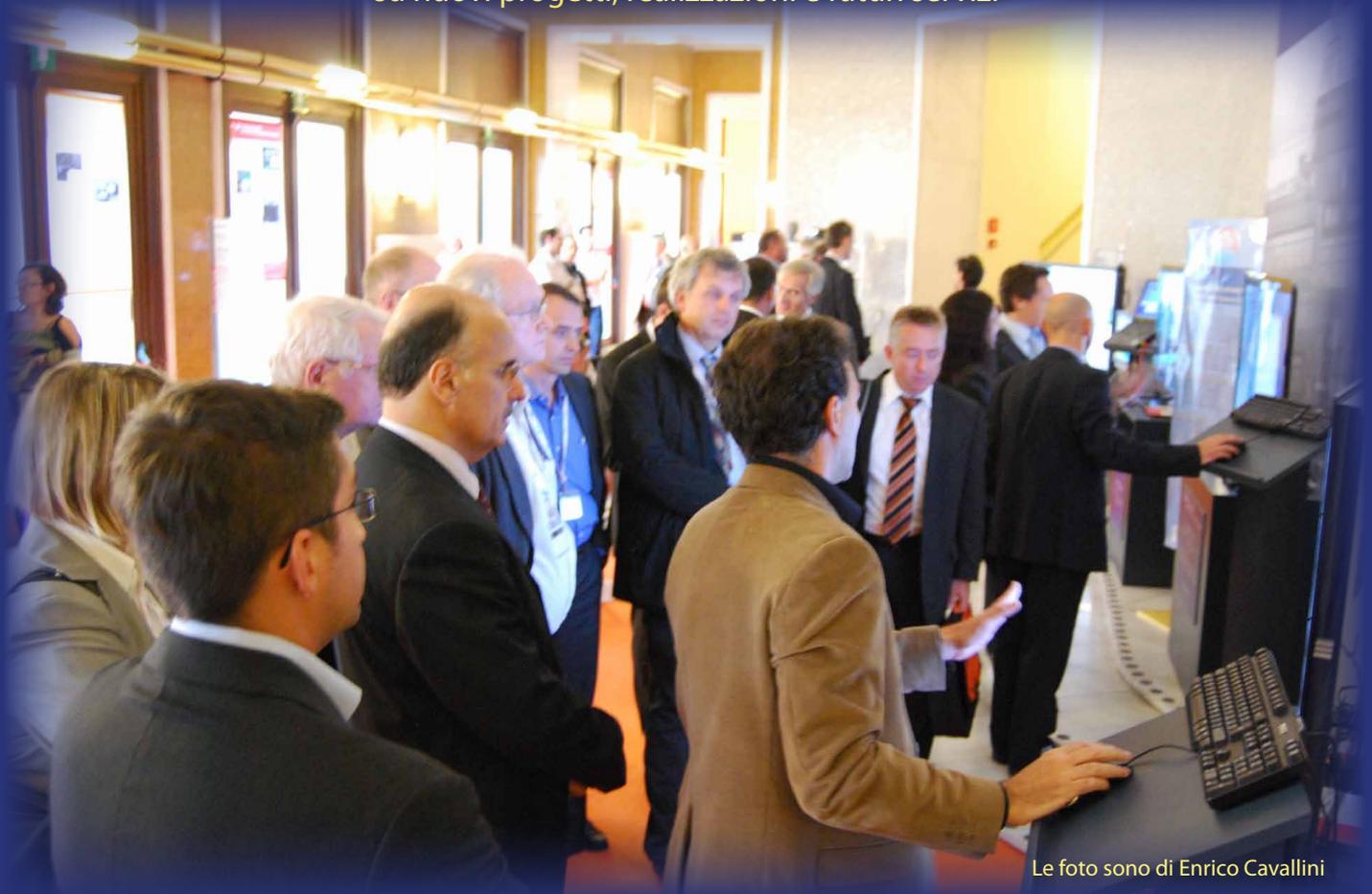
Gianfranco Barbieri

Gianfranco Barbieri è laureato in Ingegneria Elettronica al Politecnico di Torino. Dopo una prima esperienza presso l'Istituto Elettrotecnico Nazionale "G:Ferraris" di Torino e presso il Centro Studi e Ricerche FIAT, ha svolto la sua attività professionale presso il Centro Ricerche della Rai, di cui è stato Direttore fino al 1999. Si è occupato di innovazione tecnologica nel campo dei sistemi di radiodiffusione partecipando a vari progetti internazionali finanziati. In qualità di membro di Organismi Internazionali (ITU, EBU, ETSI, DVB) ha partecipato nel corso degli anni all'elaborazione della principale normativa in materia di evoluzione del sistema radiotelevisivo. Dal 2001 tiene corsi specialistici sulla radiodiffusione digitale presso il Politecnico di Torino.

Alberto Morello

Alberto Morello si è laureato in Ingegneria Elettronica al Politecnico di Torino nel 1982, e ha completato il Dottorato di Ricerca nel 1987. Assunto al Centro Ricerche Rai nel 1985, ne è diventato Direttore nel 1999. Ha operato come ricercatore sulle tecnologie avanzate di trasmissione digitale per la televisione e la radiofonia e ha partecipato a molti progetti finanziati dalla Comunità Europea e da Enti di Ricerca. E' autore di svariati articoli sulle più quotate riviste tecnologiche e scientifiche internazionali e contribuisce regolarmente a Conferenze sulla televisione digitale. In ambito al progetto DVB (Digital Video Broadcasting) è stato il presidente dei gruppi tecnici che hanno definito gli standard mondiali della televisione digitale via satellite e ha contribuito attivamente allo sviluppo dei sistemi digitali terrestri fissi e mobili. Dal 2008 è presidente del Comitato Tecnico dell'UER, l'Unione Europea dei Broadcaster pubblici.

In occasione del Prix Italia, a Torino

dal 21 al 26 settembre,
in concomitanza con il 61° Prix Italia
il pubblico ha potuto incontrare i ricercatori della Rai
e assistere a dimostrazioni
su nuovi progetti, realizzazioni e futuri servizi

Le foto sono di Enrico Cavallini

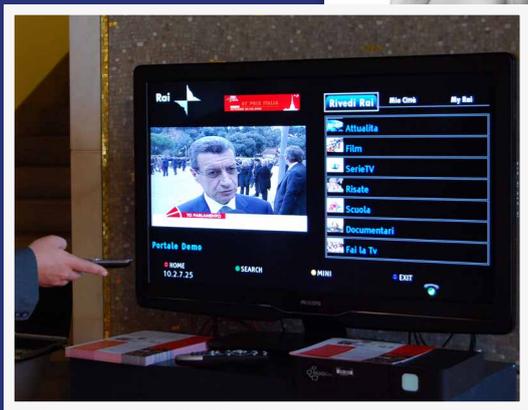
Oggetto delle dimostrazioni tenute presso l'Auditorium Rai a Torino sono state le tecnologie e i servizi descritti negli articoli pubblicati nel numero di agosto.

Il Progetto ATLAS
Automatic Translation into Sign Languages

Paolo **Prinetto**
Politecnico di Torino

Andrea **Del Principe**, Carmen **Marino**, Mauro **Rossini**, Michele **Visintin**
Rai - Centro Ricerche e Innovazione Tecnologica
Torino

Trattamento Automatico del Contenuto Audiovisivo per Servizi Innovativi di Informazione

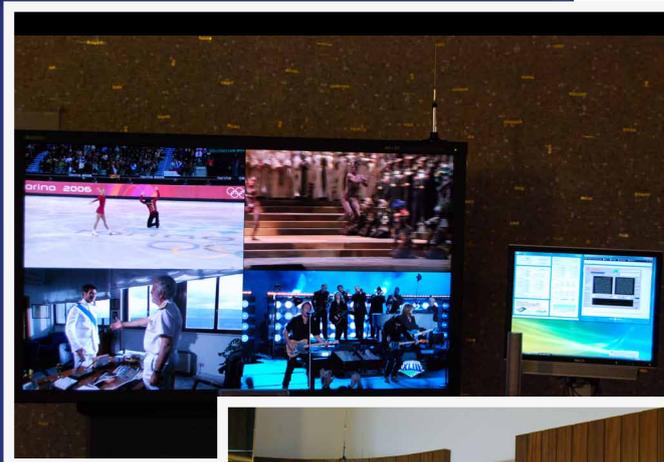
Alberto **Messina***, Maurizio **Montagnuolo** e Roberto **Borgotallo**
Rai - Centro Ricerche e Innovazione Tecnologica
Torino

La TV sulle reti a larga banda

Roberto **Iacoviello**, Sabino **Mantovano**, Paola **Sunna**
Rai - Centro Ricerche e Innovazione Tecnologica
Torino

Christian **Culeddu**
Consulente della Società Eurix
Torino

Torino in 4K

Daniele **Airola,** Giorgio **Dimino**
Rai - Centro Ricerche e Innovazione Tecnologica
Torino

Massimo **Visca**
Rai - Centro Produzione di Torino

Il digitale terrestre di seconda generazione

Andrea **Bertella,** Vittoria **Mignone,** Bruno **Sacco,** Mirto **Tabone**
Rai - Centro Ricerche e Innovazione Tecnologica
Torino

TV steroscopica
La 3ª dimensione aggiunta alla HDTV

Mario **Muratori**
Rai - Centro Ricerche e Innovazione Tecnologica
Torino

Ripresa Audio Multicanale

Leonardo **Scopece**
foto di Enrico **Cavallini**
...rche e Innovazione Tecnologica
Torino

Il Sistema DVB-SH per la TV Mobile

Paolo **Casagranda**, Arturo **Gallo**, Silvio **Ripamonti**
Rai - Centro Ricerche e Innovazione Tecnologica
Torino

Il Sistema DAB/DAB+/DMB per la Radio Digitale

Paolo **Casagranda**, Arturo **Gallo**, Silvio **Ripamonti**
Rai - Centro Ricerche e Innovazione Tecnologica
Torino

Sistemi interattivi per la TV Digitale

Michele **Visintin**
Rai - Centro Ricerche e Innovazione Tecnologica
Torino

Il Servizio Telesoftware, dal Televideo Analogico ai Canali Digitali Terrestri

Gino **Alberico**, Mauro **Rossini**, Luca **Vignaroli**
Rai - Centro Ricerche e Innovazione Tecnologica
Torino

Massimiliano **Farrace**
Rai - Direzione Televideo
Roma

Formato d'immagine 16:9
Problemi di conversione

Massimo **Visca**
Centro Produzione di Torino
Rai - Direzione Produzione TV

Sommario
Il rapporto di forma 4:3 è in uso fin dagli anni 50, dalla nascita del sistema televisivo, e ancora oggi viene normalmente utilizzato per la produzione e la trasmissione su tutte le reti Rai, costituisce inoltre la quasi totalità del materiale di archivio. Fino a pochi anni or sono, il parco ricevitori domestici era costituito per la quasi totalità da televisori in formato 4:3 e tale fatto ha impedito l'avvento del formato 16:9: anche la produzione in formato panoramico è sempre stata molto limitata. Questa situazione è cambiata con la graduale penetrazione sul mercato dei display a schermo piatto, in larga misura in formato 16:9, e con l'introduzione della piattaforma di trasmissione digitale terrestre. La coesistenza di segnali e display con rapporti di forma diversi genera un'ampia casistica di situazioni in cui occorre convertire un segnale dal rapporto di forma 4:3 al 16:9, o viceversa. Nell'articolo sono descritte le varie modalità con cui vengono presentati i formati 4:3 e 16:9, si analizza in sintesi il concetto di ripresa protetta e si riassumono i criteri per il rispetto delle Safe Areas.

Premessa

Il formato 16:9 (panoramico o *widescreen*) è destinato a sostituire nel periodo medio-breve, sia in produzione sia in trasmissione, il tradizionale formato 4:3.

Tra i motivi che rendono ormai inevitabile tale migrazione si possono ricordare:

- la sempre maggior penetrazione sul mercato consumer di schermi in formato 16:9. Entro pochi anni in Italia saranno disponibili a casa degli utenti più display televisivi 16:9 che 4:3, e l'utilizzo di widescreen sta diventando comune anche per applicazioni informatiche;
- la possibilità offerta dalla piattaforma digitale terrestre (DVB-T), destinata a sostituire la tradizionale trasmissione analogica entro il 2012, di differenziare l'offerta e fornire all'utente già da oggi il segnale in formato 16:9;
- l'uso ormai consolidato del formato 16:9 da parte dei produttori e broadcaster europei ed extra-europei, e la conseguente creazione di un mercato basato su tale formato;
- l'impiego di formati in alta definizione, disponibili solo in formato 16:9, in tutti i grandi eventi;
- la maggior vicinanza del formato 16:9, rispetto al 4:3, ai rapporti di forma utilizzati per i materiali originati in pellicola o nel cinema digitale, con conseguenti vantaggi nelle operazioni di conversione da pellicola a segnale televisivo.

Formato d’immagine 16:9

Questo articolo si pone i seguenti obiettivi:

- fornire alcuni elementi utili ad approfondire la conoscenza dei formati 4:3 e 16:9;
- analizzare i problemi legati alla conversione tra i due formati;
- fornire una terminologia per quanto possibile univoca per identificare le diverse modalità di conversione e visualizzazione;
- analizzare in sintesi il concetto di ripresa protetta;
- riassumere i punti salienti relativi al rispetto delle *Safe Areas* come definite dalla raccomandazione EBU R-95 [3];
- riassumere le modalità adottate dalla Rai per la trasmissione in *simulcast* del tradizionale segnale analogico e del segnale digitale terrestre.

L’articolo introduce solo gli elementi indispensabili per la descrizione del formato 16:9 e delle problematiche di produzione associate, senza voler ambire ad una descrizione esaustiva del tema dal punto di vista tecnico.

1. Segnale televisivo con rapporto di forma 4:3

Il rapporto di forma 4:3 fu utilizzato fin dagli anni 50, contestualmente alla nascita del sistema televisivo come ancora oggi utilizzato, in quanto garantiva un ottimo compromesso tra la tecnologia dei tubi a raggi catodici dell’epoca e la necessità di avere un rapporto di forma in grado di soddisfare le esigenze di composizione dei contenuti dell’immagine.

Ancora oggi, il rapporto di forma 4:3 viene normalmente utilizzato per la produzione e la trasmissione del segnale analogico su tutte le reti Rai e costituisce la quasi totalità del materiale di archivio.

In figura 1 è rappresentato il classico segnale 4:3, dove ovviamente il valore 4:3 si riferisce al rapporto tra la dimensione orizzontale e quella verticale dell’immagine[Nota 1].

Tutta la catena di generazione (telecamera), manipolazione (mixer, videoregistratori, ...) e visualizzazione (monitor o display) del segnale è progettata in modo da mantenere inalterato il rapporto di forma e quindi la geometria dell’immagine.

I segnali televisivi utilizzati in Rai utilizzano il rapporto di forma 4:3 sebbene, come meglio specificato in seguito, tanto i segnali analogici (PAL o componenti) quanto quelli digitali (componenti su interfaccia SDI) siano in grado di gestire anche il segnale con rapporto di forma 16:9.

La normativa internazionale [1]prevede per i segnali digitali con rapporto di forma 4:3 una risoluzione pari a 720 pixel in orizzontale e, nel caso di diffusione televisiva utilizzando il sistema MPEG-2 [2], normalmente le immagini codificate sono costituite da 702 pixel in orizzontale e 576 linee in verticale.

Nota 1 - I termini “immagine”, “quadro video”, “trama video” e, in inglese, “*image*”, “*picture*” , “*frame*” si possono considerare equivalenti. Gli standard europei prevedono che il segnale video sia costituito da 25 *frame* al secondo.

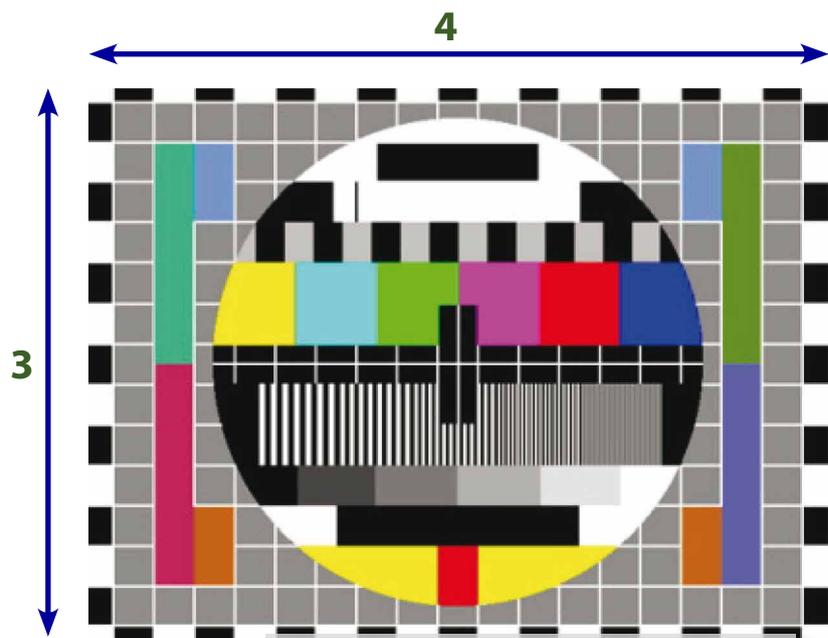



Fig. 1 - Segnale con rapporto di forma 4:3.

2. Segnale televisivo con rapporto di forma 16:9

Il segnale 16:9 è stato introdotto nella produzione televisiva negli anni '80 con lo scopo di aumentare l'angolo di visione dell'osservatore e garantirgli una visione più panoramica ed "immersiva". In ambito cinematografico si utilizzano formati panoramici fin dagli anni 50[Nota 2].

In Europa il formato 16:9 si è andato diffondendo con discreto successo, mentre in Italia è rimasto ai margini della produzione.

In figura 2 è rappresentato un segnale con rapporto di forma 16:9, dove il valore 16:9 si riferisce al rapporto tra la dimensione orizzontale e quella verticale dell'immagine.

Si noti che il rapporto 4:3 può anche essere scritto come 12:9, quindi, a parità di altezza dello schermo, un segnale in formato 16:9 risulta più ampio di un fattore 1,33 rispetto al formato 4:3 (12:9).

Ovviamente, per generare un'immagine 16:9 è necessario un mezzo di ripresa appositamente progettato per gestire tale formato.

Le telecamere moderne[Nota 3] sono di solito in grado, variandone semplicemente la configurazione, di generare segnali 4:3 oppure 16:9.

I display, per garantire il massimo delle prestazioni, devono ovviamente avere un rapporto di forma coerente con quello dell'immagine da visualizzare, sebbene sia possibile, come ampiamente descritto in seguito, utilizzare display 16:9 per visualizzare immagini 4:3, e viceversa.

Per quanto riguarda il resto della catena produttiva, da un punto di vista tecnico, i segnali 4:3 e 16:9, pur essendo diversi tra di loro in termini di contenuto, in quanto l'immagine ripresa e visualizzata è diversa, sono identici dal punto di vista dei parametri tecnici e vengono detti in gergo "elettricamente indistinguibili". Ciò significa che un apparato (mixer, videoregistratore etc) sarà in grado di trattare indifferentemente un segnale 4:3 o 16:9, senza "rendersi conto" della differenza, gestendo il segnale 16:9 nella modalità cosiddetta "4:3 anamorfico", come descritto al successivo paragrafo 4.2.

Nota 2 - Curiosità: su richiesta delle case di produzione di Hollywood, è stato recentemente introdotto sul mercato un display consumer in formato 21:9.

Nota 3 - il camcorder BetacamSP NON è in grado di generare segnali 16:9. Tale sistema di videoregistrazione professionale è stato ampiamente utilizzato dai broadcaster e molto del materiale di archivio è basato su tale formato.

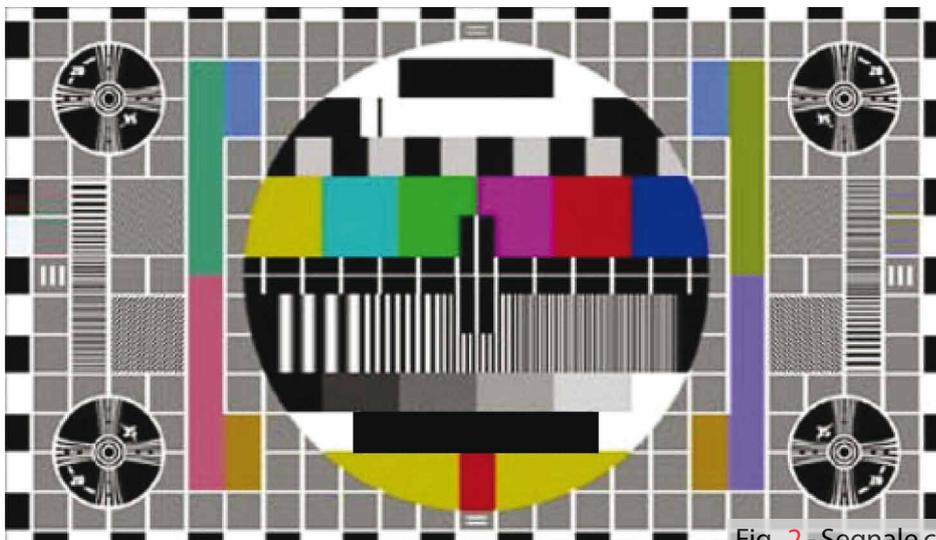



Fig. 2 - Segnale con rapporto di forma 16:9.

La normativa internazionale [1] prevede per il rapporto 16:9 lo stesso numero di pixel e linee utilizzato per il formato 4:3, il che implica una minor risoluzione orizzontale dell'immagine 16:9 rispetto a quella 4:3[Nota 4].

3. Segnali televisivi in alta definizione

I segnali citati nei precedenti paragrafi 1 e 2 sono segnali a definizione convenzionale (SDTV - *Standard Definition Television*).

I segnali SDTV si stanno avviando verso una rapida obsolescenza e sono ormai sostituiti da segnali in alta definizione (HDTV - *High Definition Television*). Esistono diversi formati HDTV ma TUTTI i segnali in alta definizione utilizzano il rapporto di forma 16:9. Ne consegue che volendo convertire un segnale HDTV in un segnale SDTV (operazione detta *down conversion*) senza modificare il contenuto dell'immagine, si otterrà un segnale SDTV anch'esso 16:9.

Nota 4 - La precendente versione della raccomandazione prevedeva anche un segnale 16:9 con 960 pixel, ma tale formato non è mai stato effettivamente utilizzato ed è stato di conseguenza eliminato dalla normativa.

4. Conversioni di formato da 4:3 a 16:9 e viceversa

La coesistenza di segnali e display con rapporti di forma diversi genera un'ampia casistica di situazioni in cui occorre convertire un segnale dal rapporto di forma 4:3 al 16:9, o viceversa.

Tutte le conversioni descritte in questo paragrafo possono potenzialmente avvenire o nella sola fase di visualizzazione, per adattare il rapporto di forma del segnale a quello del display, o allo scopo di generare una nuova versione del segnale in formato diverso e destinato ad essere memorizzato, elaborato o trasmesso. E'evidente come questo secondo caso sia più critico e richieda maggior attenzione alla qualità finale del processo.

Nel seguito sono elencati i casi principali.

4.1 Gestione segnale 4:3

Segnale prodotto in formato 4:3 e visualizzato su display 4:3

Se il formato del display è coerente con quello di produzione non si verifica ovviamente alcun problema. La geometria dell'immagine è mantenuta e l'immagine copre completamente la superficie del display. Si tratta ovviamente del formato televisivo da sempre in uso in Italia.

Fig. 3 - Segnale in formato 4:3 visualizzato su display 4:3.

Fig. 4 - Modalità Pillar Box o Side Panels.

Segnale prodotto in formato 4:3 e visualizzato su display 16:9

La conversione di un formato 4:3 in 16:9 può essere effettuata secondo diverse modalità, riassunte nel seguito.

Modalità *Pillar Box*

In questo caso si mantiene l'immagine in formato 4:3 e si utilizza solo una porzione dello schermo per visualizzarla, riempiendo con due bande nere (o grigie) laterali la porzione di schermo inutilizzata. Non si verifica alcuna perdita di informazione, in quanto l'immagine è adattata perfettamente sulla dimensione verticale dello schermo e non si verifica alcuna distorsione geometrica. La resa estetica è però penalizzata dalla presenza delle bande laterali.

Questa modalità è talora indicata anche con i termini *Side Panels* o *Adaptive*.

Modalità *Widescreen*

In questo caso si mantiene la dimensione verticale dell'immagine ma la si deforma in senso orizzontale per riempire tutto lo schermo. Non si verifica alcuna perdita di informazione ma si introduce una notevole distorsione geometrica sull'immagine, che risulta "stirata" in orizzontale. Sebbene questa modalità risulti penalizzante per la qualità dell'immagine, sembra sia quella più utilizzata dai telespettatori per adattare l'immagine 4:3 sul display 16:9.

Questa modalità è talora indicata anche con i termini 16:9 anamorfico, *Adaptive* o *Squeeze*.

Fig. 5 - Modalità *Widescreen*.

Fig. 6 - Modalità Zoom.

Modalità *Zoom*

In questo caso si effettua un ingrandimento dell'immagine per riempire tutto lo schermo senza deformarne la geometria. Si verifica perdita di informazione in funzione dell'entità dello zoom applicato.

Questa modalità, in ambiente grafico e di post-produzione, viene anche definita *Center Zoom* o *Center Cut*.

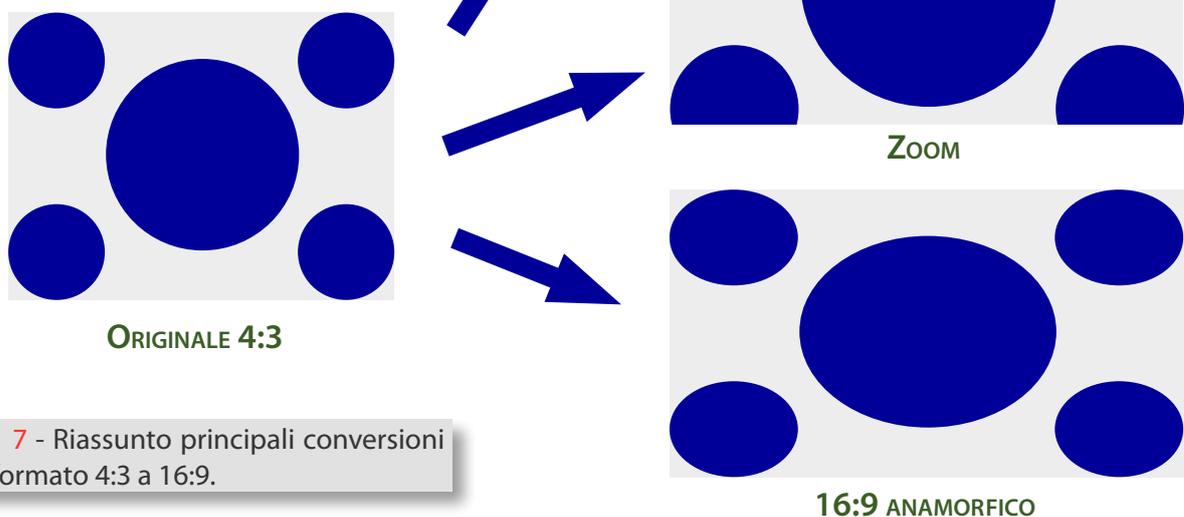



Fig. 7 - Riassunto principali conversioni da formato 4:3 a 16:9.

Modalità proprietarie

Sono inoltre spesso disponibili sui display soluzioni proprietarie, proposte con nomi diversi dai costruttori.

Alcune di esse applicano distorsioni non lineari sull'immagine, per esempio deformandone solo i lati e mantenendo inalterata la geometria della porzione centrale, dove si presume siano concentrate la parte utile dell'immagine e l'attenzione dell'osservatore.

I risultati non sono sempre positivi, per esempio quando si deforma in modo rilevante un logo grafico posto ai margini dell'immagine o, peggio, si pregiudica una scelta artistica che sfrutta il bordo dell'immagine.

4.2 Gestione del segnale 16:9

Segnale prodotto in formato 16:9 e visualizzato su display 16:9

Non si verifica ovviamente alcun problema, la geometria dell'immagine è mantenuta e l'immagine copre completamente la superficie del display.

Segnale prodotto in formato 16:9 e visualizzato su display 4:3

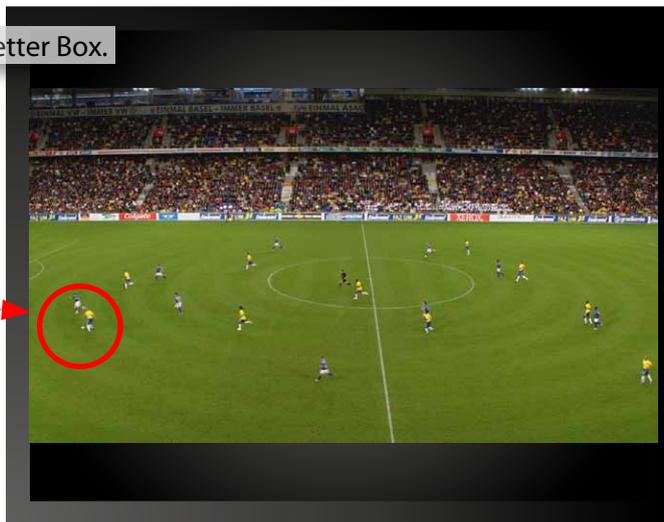
Nel caso in cui la produzione sia effettuata in formato 16:9, ma sia necessario post-produrre o trasmettere in formato 4:3, il broadcaster deve eseguire presso i propri impianti la conversione necessaria.

E' questo il caso classico dei prodotti derivati da pellicola quali film e fiction.

Con l'introduzione delle riprese in HDTV, ormai normalmente impiegate per gli eventi sportivi e di intrattenimento e che, come ricordato, utilizzano solo il rapporto di forma 16:9, questo caso d'uso sta diventando sempre più frequente anche nell'ambito della produzione televisiva generalista.

La conversione dal formato 16:9 a 4:3 è quindi un'operazione tipicamente effettuata con apparati professionali (ARC - *Aspect Ratio Converter*) che possono essere integrati in sistemi più complessi (Mixer, Videoregistratori) o essere disponibili come unità hardware singole.

Fig. 8 - Segnale 16:9 visualizzato su display 16:9.

Fig. 9 - Segnale 16:9 visualizzato in formato Letter Box.

Modalità *Letter Box*

In questo caso l'immagine 16:9 viene trasformata in un formato 4:3 adattando l'immagine sulla dimensione orizzontale e mantenendo tutta l'informazione. La porzione del quadro video"inutilizzata" sopra e sotto l'immagine viene automaticamente riempita con due bande nere.

Non si verifica alcuna perdita di informazione né si verifica alcuna distorsione geometrica sull'immagine. La resa estetica è però penalizzata dalla presenza delle bande nere e dalla perdita di risoluzione verticale (in quanto una parte delle righe televisive vengono utilizzate per descrivere le bande nere). Inoltre, la conversione in Letter Box fornisce un'immagine fortemente penalizzata qualora fruita su un display di dimensioni medio-piccole.

Modalità *Edge Crop*

In questo caso si trasforma l'immagine 16:9 in un formato 4:3 mantenendo la dimensione verticale ed eliminando quindi due porzioni di immagine ai lati della stessa.

Si noti, nell'esempio riportato in figura 10, come l'immagine del giocatore in possesso di palla, posto a sinistra dell'immagine, venga tagliata, con evidente impatto sul contenuto e sulla qualità dell'inquadratura visualizzata.

La geometria dell'immagine viene mantenuta.

Questa modalità, in ambiente grafico e di post-produzione, viene anche definita *Center Cut*.

Fig. 10 - Segnale 16:9 visualizzato in formato Edge Crop.

Fig. 11 - Modalità di visualizzazione 4:3 anamorfico; l'immagine è compressa sull'asse orizzontale.

Modalità 4:3 anamorfico

In questo caso il segnale 16:9 viene trattato come se fosse un segnale 4:3[Nota 5]. La visualizzazione viene effettuata su un display formato 4:3 adattando l'immagine sulla dimensione verticale e, di conseguenza, deformandola sulla dimensione orizzontale. Il risultato visivo è un'immagine "compressa" sull'asse orizzontale, quindi con geometria deformata, ma che contiene tutta l'informazione visiva del segnale originale 16:9.

Per quanto riguarda le lavorazioni e manipolazioni del segnale 4:3 anamorfico occorre invece distinguere tra le operazioni che agiscono su tutta l'immagine (es. dissolvenza, tendina lineare) e quelle che modificano sono una parte di essa (es. tendina con forma geometrica, titolazione o inserimento di logo).

Nel primo caso gli apparati sono in grado di gestire il segnale senza complicazioni e, per esempio, il mixer potrà far transitare il segnale 16:9 ed applicare tendine lineari e dissolvenze, il videoregistratore potrà registrare e riprodurre il segnale 16:9[Note 6,7].

Viceversa, nel caso in cui si intarsino forme grafiche (tendine con forme geometriche quali cerchi o quadrati, caratteri di testo, loghi etc) generate secondo proporzioni adatte al formato 4:3, si incorre ovviamente nel problema che visualizzando l'immagine su un display 16:9 le forma grafiche inserite risulteranno distorte ed allargate in orizzontale.

Per evitare questo problema occorre inserire sull'immagine 4:3 anamorfica una forma grafica anch'essa 4:3 anamorfica. Alcuni apparati, per esempio le titolatrici moderne, supportano questa funzionalità.

Nota 5 - la modalità "4:3 anamorfico" può essere utilizzata per visualizzare un segnale 16:9 su un display 4:3, o per eseguire determinate lavorazioni utilizzando le dovute cautele, ma non può essere usata per la trasmissione all'utente.

Nota 6 - i videoregistratori BetacamSP ed IMX gestiscono senza alcun problema il segnale 4:3 anamorfico.

Nota 7 - i sistemi di editing non lineare, per esempio le piattaforme AVID, gestiscono senza alcun problema i formati 4:3 e 16:9.

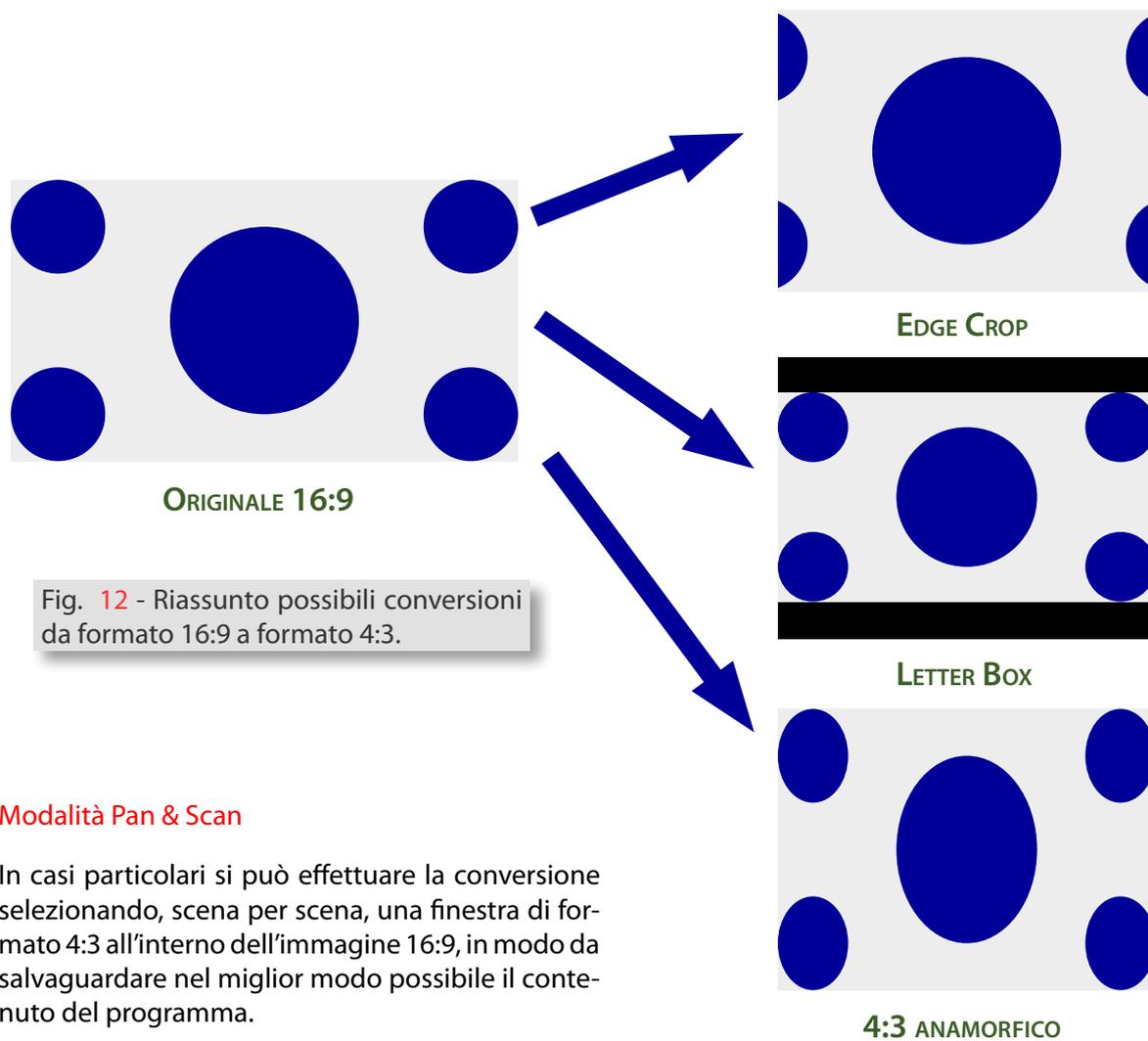



Fig. 12 - Riassunto possibili conversioni da formato 16:9 a formato 4:3.

Modalità Pan & Scan

In casi particolari si può effettuare la conversione selezionando, scena per scena, una finestra di formato 4:3 all'interno dell'immagine 16:9, in modo da salvaguardare nel miglior modo possibile il contenuto del programma.

Questa tecnica, definita di solito *Pan & Scan* è ovviamente costosa e si utilizza solo in post-produzione per convertire film e fiction, mentre non trova applicazioni nel caso di eventi in diretta.

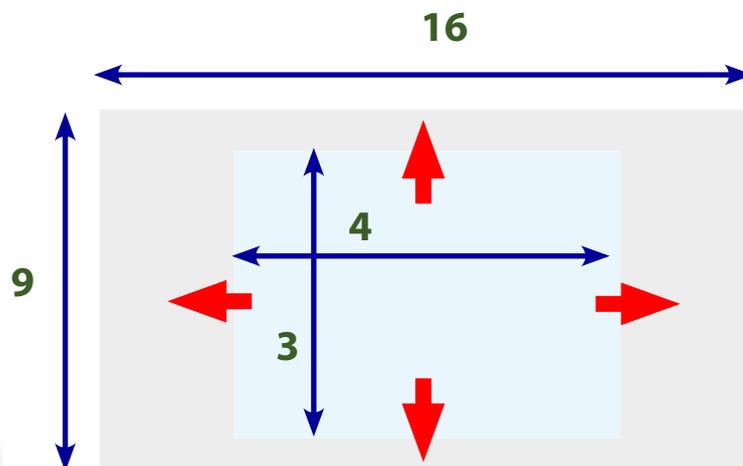



Fig. 13 - Modalità *Pan & Scan*.

5. Ripresa protetta o *Protected shooting*

La conversione di un formato 16:9 in 4:3 effettuata con la modalità *Edge Crop* comporta l'eliminazione irreversibile di una porzione significativa dell'immagine sulla dimensione orizzontale, pari al 25% della superficie del quadro video.

Come evidenziato dal confronto delle figure 8 e 10, l'immagine 4:3 può risultare fortemente penalizzata dal punto di vista del contenuto, qualora il soggetto principale si trovi ai lati dell'inquadratura.

Per evitare questo inconveniente, qualora si riprenda in formato 16:9 sapendo che le immagini dovranno essere utilizzate secondo la modalità di *Edge Crop*, può essere adottata la cosiddetta ripresa protetta, che consiste nel costruire l'inquadratura posizionando gli elementi principali della stessa in un immagine virtuale in formato 4:3 evidenziato all'interno dell'inquadratura 16:9.

La ripresa protetta tutela il formato 4:3 ma, paradossalmente, può risultare penalizzante per i fruitori dell'immagine 16:9, come evidenziato dall'esempio riportato in figura 14.

Con la sempre maggior diffusione dei formati HDTV è quindi probabile che le riprese protette, specie nel caso di grandi eventi prodotti per mercati dove l'alta definizione è ormai affermata, siano sempre meno utilizzate e tollerate.

6. Safe Areas

La raccomandazione [3] prevede (*recommends*) che, in caso di produzione in formato 16:9, l'inquadratura e la grafica rispettino le *Safe Areas* riportate in figura 15 e, in particolare, che:

- il contenuto informativo dell'immagine (*essential action*) sia interamente compreso nel perimetro della *Action Safe Area*;
- tutti i contributi grafici siano compresi nel perimetro della *Graphics Safe Area*;
- il centro del immagine mantenga la stessa posizione durante il processo di manipolazione del segnale, a meno che non vi siano motivi artistici per violare intenzionalmente tale regola.

Le *Safe Areas* hanno lo scopo di salvaguardare i contenuti del immagine e garantire che vengano visualizzati anche su display che eliminano i bordi dell'immagine a causa del processo di overscan [Nota 8].

Nota 8 - il rispetto delle *Safe Areas* non deve essere in alcun modo confuso con la modalità di ripresa *Protected Shooting* trattata nel precedente Paragrafo 5.

Fig. 14 - Ripresa protetta; sono evidenziati i margini del formato 4:3.

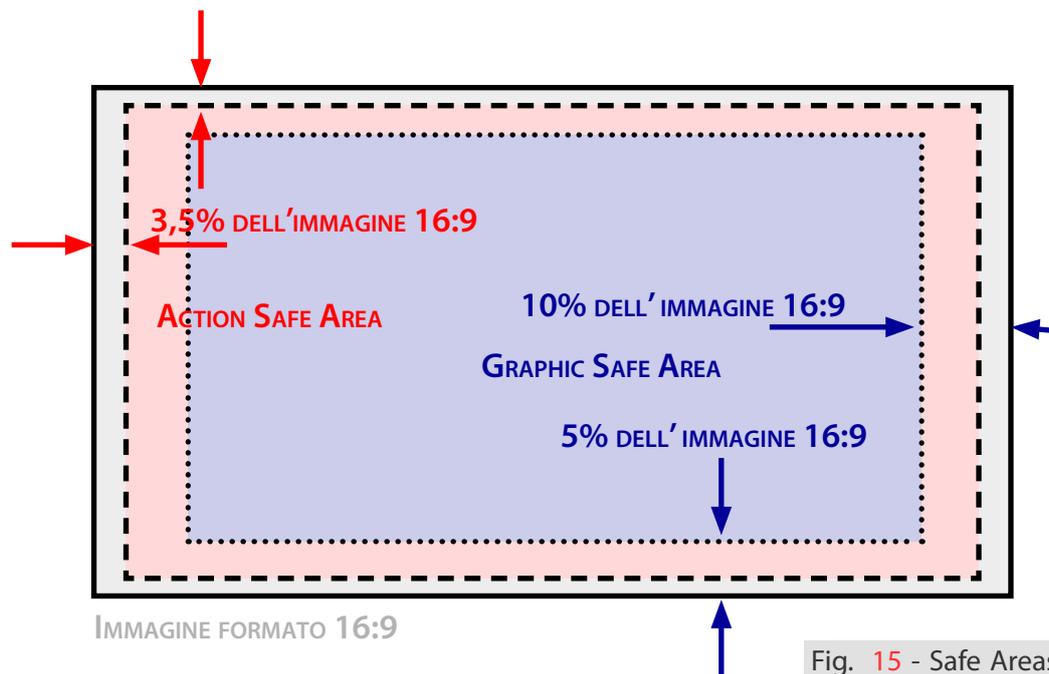



Fig. 15 - Safe Areas per il formato 16:9 come definite in [3].

7. Trasmissioni Rai in formato 4:3 e 16:9

Fino a pochi anni or sono, il parco ricevitori domestici era costituito per la quasi totalità da televisori in formato 4:3 e tale fatto ha precluso ogni possibilità per i broadcaster italiani di trasmettere in formato 16:9 e, di conseguenza, anche gli spazi per produrre in formato panoramico sono sempre stati molto limitati.

Questa situazione è cambiata con la graduale penetrazione sul mercato dei display a schermo piatto, in larga misura in formato 16:9, e con l'introduzione della piattaforma di trasmissione digitale terrestre e del relativo Set Top Box necessario alla ricezione.

Il rilevante numero di variabili in gioco genera un elevato numero di possibili casi d'uso, e lo scenario è ulteriormente complicato dal fatto che la migrazione da segnale analogico a digitale avverrà in un arco temporale di alcuni anni.

Al fine di soddisfare al meglio l'utenza e sfruttare le potenzialità offerte dalle nuove tecnologie, i broadcaster hanno sostanzialmente identificato due principali modalità di fruizione dell'immagine televisiva:

- la prima, basata sulla ricezione tramite rete analogica e visualizzazione con televisore 4:3, che rappresenta la garanzia per gli utenti ancora legati alla vecchia tecnologia di poter continuare a usufruire del servizio tradizionale fino allo spegnimento completo della rete analogica.
- la seconda, basata sulla ricezione del segnale digitale terrestre associata ad un display 16:9, che offre agli utenti in possesso di display widescreen la possibilità di sfruttarne appieno le caratteristiche, e che rappresenta la modalità di fruizione del futuro per tutti gli utenti.

Si rende quindi necessario alimentare le due reti, analogica e digitale [Nota 9], con segnali con rapporto di forma diverso, generando i casi di fruizione descritti, in sintesi, nel seguito.

Nota 9 - la trasmissione dello stesso programma su due piattaforme diverse, in questo caso rete analogica e rete digitale, viene spesso indicata con il termine *simulcast*, contrazione dei termini inglesi *simultaneous broadcasting*.

7.1 Segnale prodotto in formato 4:3

Nel caso in cui il programma sia disponibile in formato 4:3 (perché così generato in studio o disponibile su supporto di archivio, inclusi i casi descritti in precedenza in cui il formato 4:3 è stato ottenuto per conversione in *Letter Box* o *Edge Crop*), lo stesso viene trasmesso senza alterarne il rapporto di forma sia sulla tradizionale catena di diffusione analogica sia sulla piattaforma digitale terrestre. Si verificano di conseguenza le casistiche di ricezione descritte nel seguito.

Ricezione da rete analogica

I ricevitori in formato 4:3, tipicamente i tubi a raggi catodici, visualizzano il segnale senza modificarlo e quindi senza problemi.

I ricevitori in formato 16:9, tipicamente i display a schermo piatto (plasma o LCD) o i rari display CRT *widescreen* analogici, visualizzano il segnale secondo una delle modalità descritte in precedenza (figura 7), penalizzando quindi in qualche modo i possessori di display panoramici.

Ricezione da rete digitale terrestre

In questo caso la rete digitale risulta sostanzialmente trasparente e si ricade nel caso citato al precedente paragrafo.

7.2 Segnale prodotto in formato 16:9

Gran parte degli studi Rai e degli *OBVan*, e sicuramente tutti quelli di nuova costruzione, sono in grado di produrre utilizzando il formato 16:9. Già oggi molti grandi eventi sono prodotti utilizzando tale formato che viene utilizzato, secondo diverse modalità, per alimentare sia la rete analogica sia quella digitale.

Ricezione da rete analogica

Trasmettere un segnale 16:9 sulla rete analogica terrestre significherebbe costringere tutti i possessori di televisori 4:3 analogici, che sono ancora la maggioranza, a fruire di un segnale 4:3 anamorfico (figura 11), cioè distorto in modo significativo.

Per salvaguardare la ricezione del parco ricevitori 4:3 la soluzione adottata consiste nel convertire, all'atto della messa in onda, il segnale 16:9 in formato 4:3 con le modalità *Edge Crop* (di solito usata per gli eventi sportivi) o *Letter Box* (di solito usata per fiction e film), ed alimentare con tali segnali la rete analogica [Nota 10].

Ricezione da rete digitale terrestre

Il segnale 16:9 viene trasmesso sulla rete digitale terrestre associando allo stesso, in fase di messa in onda, un segnale di servizio che informa il ricevitore circa il formato ricevuto. Il ricevitore (*Set Top Box*), a cui può essere fornito dall'utente, o dal display stesso, il rapporto di forma del display a cui è collegato, fornirà in uscita il formato coerente, cioè 16:9 nel caso di display di tale formato, o *Letter Box* o *Edge Crop*, secondo la scelta operata dall'utente, nel caso di display 4:3.

Bibliografia

1. Recommendation ITU-R BT.601-6: "Studio Encoding Parameters of Digital Television for Standard 4:3 and Wide-Screen 16:9 Aspect Ratios" (1982-1986-1990-1992-1994-1995-2007).
2. ISO/IEC 13818-2: "Information Technology - Generic coding of moving pictures and associated audio information: Video" (1996-2000).
3. EBU - Recommendation R95: "Safe areas for 16:9 television production" (1999, 2000, 2008).

Nota 10 - la conversione viene effettuata in fase di messa in onda da un opportuno apparato, a cui viene fornito il comando di effettuare o meno la conversione da un automatismo legato alla messa in onda. Poiché l'apparato ha tempi di reazione dell'ordine di qualche quadro video (ogni quadro video o *frame* ha una durata pari a 40 ms), è possibile talora apprezzare che all'atto dell'intervento dell'apparato si verifica per un istante la trasmissione del segnale in 4:3 anamorfico e poi la corretta visualizzazione in *Edge Crop*.